

Oppdragsgiver: **Vanylven kommune**

Oppdragsnr.: **52102581** Dokumentnr.: **NO-HYD-01**

## ► Flomvurdering Åheim

### Sammendrag/konklusjon

For reguleringsplan Åheim sentrum er det gjort en vurdering av flomutbredelse for Åheimselva og bekken Kattagrova.

Det er gjort en beregning av flomstørrelse ved 200-årsflom for Åheimselva og Kattagrova, som konkluderte med vannføring på hhv. 257 og 2,46 m<sup>3</sup>/s. Med klimapåslag er vannføringen estimert til hhv. 308 og 3,44 m<sup>3</sup>/s.

Det er utført beregninger av vannstand ved 200-årsflom med og uten klimapåslag for Kattagrova og Åheimselva ved hjelp av en hydraulisk 2D-modell i programmet Hec-Ras.

Beregningen for Åheimselva viser ved 200-årsflom en vannstand i planområdet på kote 1,7 nedstrøms bru Åheim, og inntil kote 2,0 oppstrøms bru Åheim. Ved 200-årsflom med klimapåslag er det beregnet en vannstand i planområdet på ca. kote 2,3 nedstrøms bru Åheim, og inntil kote 2,56 oppstrøms bru Åheim.

Nivået ved 200-års stormflo er på kote 1,81, mens fremtidig nivå for 200-års stormflo med klimapåslag er på kote 2,56.

Bygninger i planområdet skal iht. TEK 17 sikres både mot flom fra Åheimselva samt stormflo. Det anbefales av NVE at man tar hensyn til fremtidige klimaendringer. Bygninger må dermed legges høyere enn kote 2,56 i planområdet. Det bør i tillegg legges til et fribord. Størrelsen til fribordet er normalt mellom 0,3-0,5 m. Fribordet bør settes i samråd med NVE.

Beregningen for Kattagrova viser at ved 200-årsflom vil vann renne ut av bekkeløpet. Flere bygninger, inklusive Åheim skole, vil bli berørt av vann. Beregningen gir imidlertid både lav vanndybde og hastighet ved berørte bygninger, slik at det neppe vil være fare for liv og helse. De materielle skadene kan imidlertid bli betydelige.

Beregningen for 200-årsflom med klimapåslag ved Kattagrova gir omtrentlig samme flomutbredelse som ved 200-årsflom.

|         |            |                 |               |                  |                       |
|---------|------------|-----------------|---------------|------------------|-----------------------|
| D02     | 2021-08-18 | For godkjenning | Henrik Opaker | Erlend Brochmann | Pernille Ibsen Lervåg |
| B01     | 2021-05-27 | For gjennomgang | Henrik Opaker | Erlend Brochmann | Pernille Ibsen Lervåg |
| Versjon | Dato       | Beskrivelse     | Utarbeidet    | Fagkontrollert   | Godkjent              |

Dette dokumentet er utarbeidet av Norconsult AS som del av det oppdraget som dokumentet omhandler. Opphavsretten tilhører Norconsult AS. Dokumentet må bare benyttes til det formål som oppdragsavtalen beskriver, og må ikke kopieres eller gjøres tilgjengelig på annen måte eller i større utstrekning enn formålet tilsier.

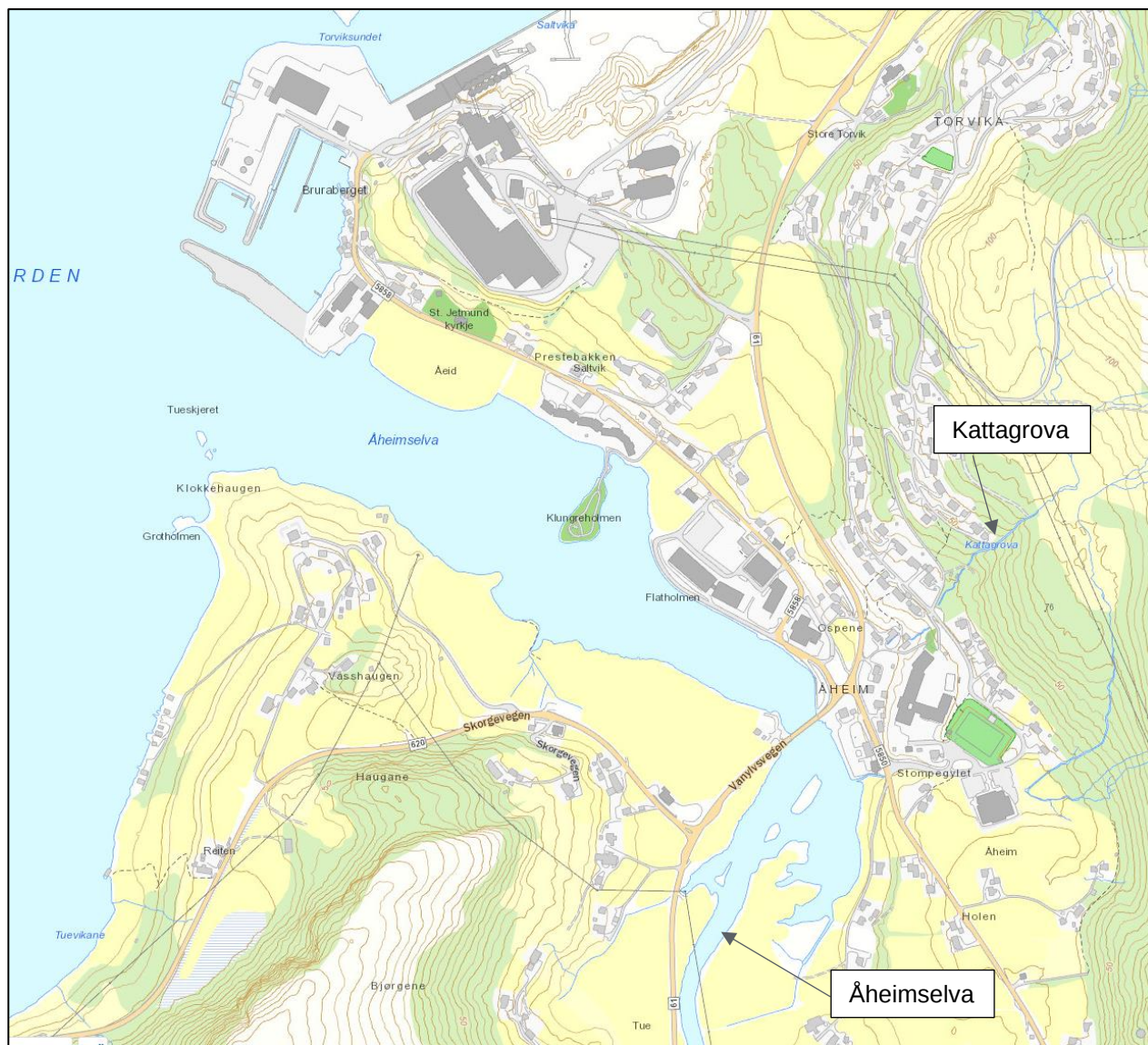
## 1. Bakgrunn

For reguleringsplan for Åheim sentrum skal det gjøres flomvurdering av vassdrag som ligger innenfor reguleringssonen (Figur 1). Det er to vassdrag som skal vurderes, Åheimselva og Kattagrova. Åheimselva er en større elv som utgjør plangrensen mot sørvest, mens Kattagrova er en mindre bekk som renner i kulvert gjennom planområdet i sør.



Figur 1: Reguleringsplan Åheim sentrum





Figur 2: Vassdrag hvor det utføres kartlegging av flomnivåer

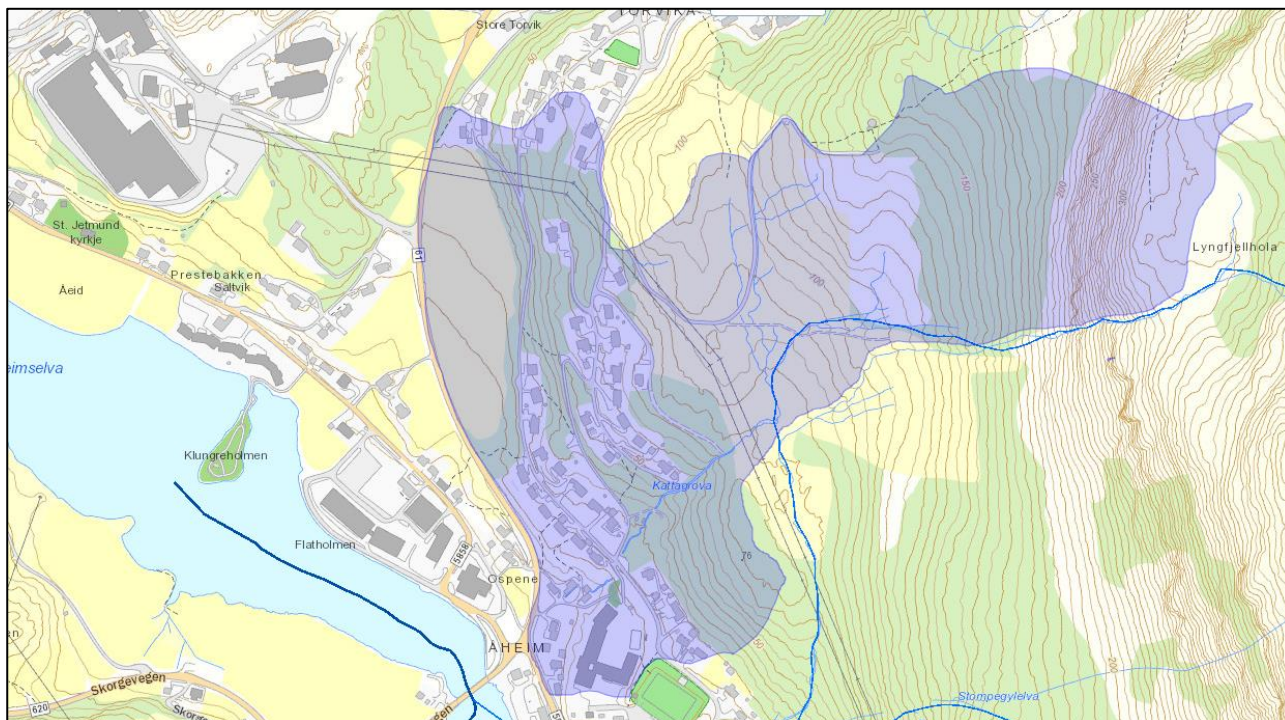
## 2. Beregning av 200-årsflom

### 2.1 Kattagrova

Kattagrova har et nedbørfelt som strekker seg opp mot Lyngfjellet i øst for Åheim sentrum. Feltarealet er estimert til ca. 0,42 km<sup>2</sup> (Figur 3). Det finnes ikke nærliggende måleserier for representative nedbørfelt, og det er av den grunn utført beregninger av flomstørrelse med rasjonale metode og NIFS-ligningen.

Kattagrova går lukket i flere kulverter før den kommer ned til sjøen. For å ha kontroll på hvor vannet renner innenfor planområdet i en 200-årsflom i bekken, er det nødvendig å utvide beregningsstrekningen i bekken slik at alle kulverter i vassdraget er inkludert. Kulverter er gjerne kritiske punkter i vassdrag, der vannføring kan slå ut av det naturlige bekkeløpet og ta nye veier videre nedstrøms.

Ved beregning av nedbørfelt Kattagrova er det ikke tatt hensyn til at det antageligvis er stikkrenner under Fv. 61. Det er sannsynlig at slike stikkrenner går helt eller delvis tett ved en så stor flom som en 200-årsflom. Nedbørfeltet strekker seg derfor lenger nord langs Fv. 61 enn det som er normalsituasjonen.



Figur 3: Nedbørfelt Kattagrova

### 2.1.1 Rasjonale metode

Den rasjonale metoden benyttes ofte til enkle overslag av vannføring i små nedbørfelt (mindre enn 1-2 km<sup>2</sup>). Avrenningen er gitt ved:

$$Q = C \cdot i \cdot A$$

Hvor  $C$  = avrenningsfaktor [dimensjonsløs]

$i$  = dimensjonerende nedbørintensitet fra IVF-kurver [l/s/ha]

$A$  = feltareal [ha], (100 ha = 1 km<sup>2</sup>)

Avrenningsfaktoren  $C$  er et uttrykk for den totale nedbørmengden i et nedbørfelt som renner bort som overflatevann, og er avhengig av arealbruk og andre feltegenskaper. I Tabell 1 er det vist veiledende verdier for avrenningsfaktoren som er aktuelle for analyseområdet.

Tabell 1: Veiledende avrenningsfaktor  $c$  for nedbørfelt med hovedsak består av skog, returperiode 10 år (hentet fra [1])

| Overflatetype                            | Avrenningsfaktor, $C$ |
|------------------------------------------|-----------------------|
| Betong, asfalt, bart fjell, frosset mark | 0,6 – 0,9             |
| Dyrket mark og parkområder               | 0,2 – 0,4             |
| Skogsområder                             | 0,2 – 0,5             |



C-verdien bør justeres i forhold til nedbørhendelsens varighet og gjentakintervallet det skal beregnes for. For regn med varighet kortere enn 1 time benyttes de lavere verdiene i Tabell 1, mens for regn med varighet mer enn 3 timer benyttes de høyere verdiene. For nedbør med returperiode 200 år anbefales et tillegg på 30 % på verdiene i Tabell 1.

Nedbørfeltet til Kattagrova består hovedsakelig av skog, dyrket mark og bart fjell/tynt løsmassedekke. Det er antatt, basert på løsmassedekke og kritisk varighet, at C-faktoren vil ligge i øvre halvdel av intervallene i Tabell 1. Valgt C-verdi for nedbørfeltet til Kattagrova er satt til 0,5. Etter oppskalering grunnet gjentakintervall 200 år blir dermed c-faktoren 0,65.

For å bestemme dimensjonerende nedbørintensitet må konsentrasjonstiden ( $T_c$ ) først beregnes. Konsentrasjonstiden er den tiden det tar for vannet å renne fra nedslagsfeltets ytterste punkt til målestedet. Konsentrasjonstiden for naturlige felt er gitt ved:

$$T_c = 0,6 * L * H^{-0,5} + 3000 * A_{se}$$

Hvor  $L$  = lengde av feltet [m]

$H$  = høydeforskjellen i feltet [m]

$A_{se}$  = effektiv sjøprosent (%)

Konsentrasjonstiden  $T_c$  er beregnet til 41 minutter for nedbørfeltet til Kattagrova (Tabell 2).

Når det gjelder valg av IVF-kurve er det valgt å benytte stasjonen Ålesund – Spjelkavik. Denne IVF-kurven er basert på 25 år med måldata (1970-1995). Stasjonen Ålesund – Spjelkavik er vurdert som mest representativ for Åheim, og er også den av IVF-kurvene for Møre/Romsdal/Trøndelag som gir de høyeste nedbørverdiene ved kortvarig regnhendelser.

Den beregnede 200-årsflommen (momentanverdi) er beregnet med den rasjonale metoden til 1,47 m<sup>3</sup>/s.

Tabell 2: Feltparametere og beregnet 200-årsflom (momentanverdi) basert på den rasjonale metoden

| Nedbørfelt | A (km <sup>2</sup> ) | L (m) | H (m) | A <sub>se</sub> (%) | T <sub>c</sub> (min) | i (l/(s*ha)) | Valgt c-faktor <sup>1</sup> | Q <sub>200</sub> (m <sup>3</sup> /s) |
|------------|----------------------|-------|-------|---------------------|----------------------|--------------|-----------------------------|--------------------------------------|
| Kattagrova | 0,42                 | 1250  | 340   | 0,0                 | 41                   | 53,7         | 0,65                        | 1,47                                 |

### 2.1.2 Nasjonalt formelverk for små nedbørfelt (NIFS)

Det nasjonale formelverket for små nedbørfelt er gyldig for felt av størrelse mellom ca. 0,2-60 km<sup>2</sup>, og for gjentakintervall opp til 200 år. For detaljert beskrivelse av formelverket vises det til [1].

Med NIFS-formelverket er det beregnet en Q<sub>200</sub>-momentanverdi på 2,05 m<sup>3</sup>/s for nedbørfeltet til Kattagrova ved kulvertinnløpet i planområdet.

### 2.1.3 Endelig valg av flomverdi

Rasjonale formel er en metodikk som har relativt stor usikkerhet knyttet til seg.

Nasjonalt formelverk gir ofte, etter Norconsult erfaring, forholdsvis fornuftige flomverdier. Det er imidlertid fordelaktig å kontrollere om formelverket gir fornuftige verdier også for denne delen av landet. Ved en

<sup>1</sup> Justert opp 30 % pga. returintervall

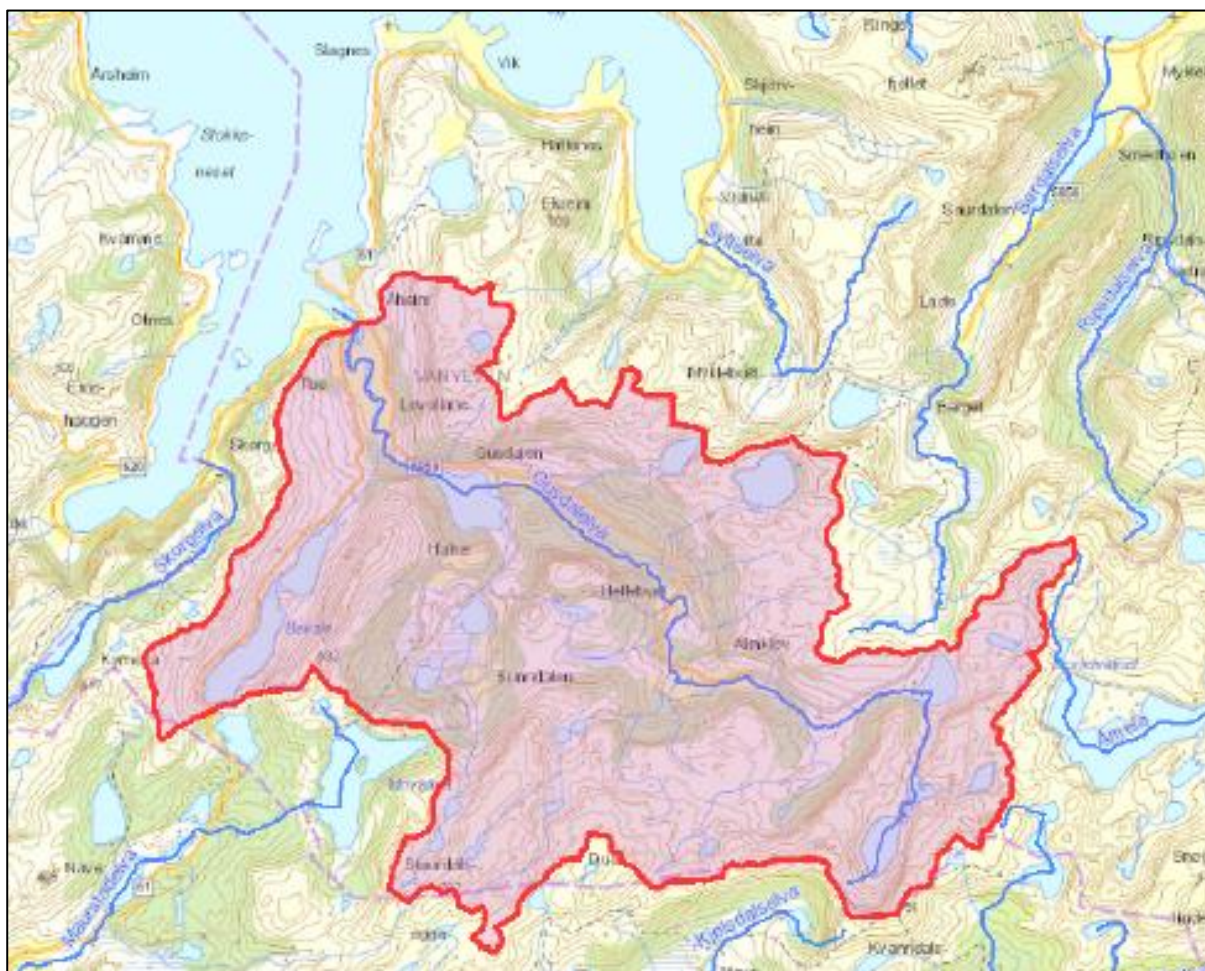
tidligere flomberegning utført av Norconsult for damanlegg i området [4] ble det vurdert at NIFS ga gjennomgående for lave verdier, og at verdiene burde oppskaleres med 10-20 %.

Det er valgt å oppskalere NIFS-verdien for 200-årsflom med 20 % til 2,46 m<sup>3</sup>/s.

Ifølge Klimaprofil Møre og Romsdal [3] er det anbefalt et klimapåslag på 40 % for nedbør med varighet inntil 3 timer. En 200-årsflom med klimapåslag er dermed estimert til 3,44 m<sup>3</sup>/s.

## 2.2 Åheimselva

Åheimselva har et nedbørfelt på 68,4 km<sup>2</sup> ved utløpet i sjøen (Figur 4). Åheimselva utgjør avgrensningen mot sørvest for reguleringsplan Åheim sentrum. Det finnes måleserier av vannføring, både i vassdraget og andre representative vassdrag, slik at flomstørrelse kan estimeres på bakgrunn av frekvensanalyse av måleserier.



Figur 4: Nedbørfelt Åheimselva

### 2.2.1 Frekvensanalyse av måleserier

Det er gjort en frekvensanalyse av målte flomvannføringer for flere måleserier i området ved bruk av NVEs programvare DAGUT. Benyttede måleserier med feltparametre er vist i Tabell 3. For sammenligning er feltparametre for Åheimselva også angitt i Tabell 3.

Tabell 3: Måleserier for frekvensanalyse

| Måleserie          | Serielengde | Feltareal (km <sup>2</sup> ) | QN (l/s km <sup>2</sup> ) | Effektiv sjøprosent (%) | Høyde, min-med-max (moh.) | Areal snaufjell (%) |
|--------------------|-------------|------------------------------|---------------------------|-------------------------|---------------------------|---------------------|
| 86.1 Risevatn      | 1928-1972   | 32.6                         | 137                       | 6.81                    | 24-733-1350               | 67.5                |
| 86.10 Åvatn        | 1974-2020   | 162.0                        | 81                        | 1.47                    | 27-697-1465               | 64.2                |
| 86.12 Skjerdalselv | 1983-2020   | 23.7                         | 136                       | 1.10                    | 291-1042-1465             | 59.3                |
| 91.2 Dalsbøvatn    | 1934-2020   | 25.7                         | 67                        | 4.72                    | 47-252-527                | 66.5                |
| 92.3 Gusdalsvatn   | 1975-1985   | 55.1                         | 64                        | 0.05                    | 44-455-948                | 51.0                |
| 97.5 Sleddalen     | 1998-2020   | 9.26                         | 97                        | 0.00                    | 326-740-1379              | 64.0                |
| Åheimselva         | -           | 68,4                         | 82                        | 1.10                    | 0-427-948                 | 49.6                |

Måleserien 92.3 Gusdalsvatn ligger i vassdraget til Åheimselva, og er slik sett en sentral måleserie. Serielengden er imidlertid kort, med bare 11 år med målinger. Normalt vil såpass korte måleserier ikke bli tatt med i en frekvensanalyse, men gitt at den er i vassdraget man vurderer er serien beholdt. Selv om serien er kort gir den verdifull informasjon om størrelsen til en middelflom, som man kan forvente at kan estimeres med rimelig god nøyaktighet ut fra serielengden.

Resultatet av frekvensanalysen er vist i Tabell 4. Frekvensanalysen er gjort på årsflommer, da det er åpenbart at store flommer kan forekomme gjennom hele året. Frekvensanalysen gir døgnmiddelverdier for gjentaksintervall på 2 (middelflom- $Q_M$ ) og 200 år ( $Q_{200}$ ).

Tabell 4: Resultater fra frekvensanalyse

| Måleserie          | $Q_M$ (l/s km <sup>2</sup> ) | $Q_{200}$ (l/s km <sup>2</sup> ) | $Q_{200}/Q_M$ |
|--------------------|------------------------------|----------------------------------|---------------|
| 86.1 Risevatn      | 837                          | 1745                             | 2.09          |
| 86.10 Åvatn        | 619                          | 1262                             | 2.04          |
| 86.12 Skjerdalselv | 1041                         | 2557                             | 2.46          |
| 91.2 Dalsbøvatn    | 420                          | 1120                             | 2.67          |
| 92.3 Gusdalsvatn   | 1050                         | 3019                             | 2.87          |
| 97.5 Sleddalen     | 825                          | 1530                             | 1.85          |
| Middel             | 799                          | 2266                             | 2.33          |

Det er gjort en kontroll av største registrerte vannføring, og største innmålte vannføring ved målestasjonene. Resultatet er vist i Tabell 5. For måleserien 92.3 Gusdalsvatn kan man se at den største innmålte vannføringen tilsvarer en vannføring på 336 l/s km<sup>2</sup>. Dette er langt under en middelflom, som er estimert til 1050 km<sup>2</sup>. Dette betyr at det er vesentlig usikkerhet knyttet til vannføringskurven for målestasjonen, og dermed også de estimerte flomverdiene.

Tabell 5: Største registrerte vannføring og største innmålte vannføring

| Måleserie          | Maks obs. vannføring (l/s km <sup>2</sup> ) | Observasjonsdato | Maks målt vannføring (l/s km <sup>2</sup> ) |
|--------------------|---------------------------------------------|------------------|---------------------------------------------|
| 86.1 Risevatn      | 1709                                        | 8.9.1966         | 423                                         |
| 86.10 Åvatn        | 960                                         | 28.10.2014       | 926                                         |
| 86.12 Skjerdalselv | 2104                                        | 28.10.2007       | 1506                                        |
| 91.2 Dalsbøvatn    | 892                                         | 8.9.1966         | 750                                         |
| 92.3 Gusdalsvatn   | 2200                                        | 27.12.1975       | 336                                         |
| 97.5 Sleddalen     | 1175                                        | 15.9.2019        | 699                                         |
| Middel             | 1507                                        |                  | 773                                         |

### 2.2.1 Regionale flomformler

NVE har utviklet et sett med regionale flomformler. Det er oppgitt at formlene skal benyttes med forsiktighet for feltareal under 100 km<sup>2</sup> [2]. For mer informasjon angående de regionale flomformlene vises det til [2].

Nedbørfeltet til Åheimselva ligger på grensen mellom regionene K1 og K2. Beregnet spesifikk flomverdi ved 200-årsflom ligger på 1490 og 1680 l/s km<sup>2</sup> for hhv. Region K1 og K2.

### 2.2.2 Sammenligning mot tidligere flomberegninger i området

Norconsult har tidligere utført flomberegning for dam Kvandalsvatn Sør, som ligger øverst i Åheimsvassdraget. Det ble der estimert et døgnmiddeltlig ved 1000-årsflom lik ca. 3500 l/s km<sup>2</sup>. Dette tilsvarer ca. 2800 l/s km<sup>2</sup> i døgnmiddeltlig ved 200-årsflom. Nedbørfeltet til Kvandalsvatn Sør er på ca. 4,6 km<sup>2</sup>, noe som tilsier at spesifikt flomtilsig vil være lavere ved utløpet av Åheimselva.

Norconsult har også utført flomberegning for dammene Støvelsvatn, Klovevatn og Fossevatn som ligger i Nordfjoreid. Dette er små nedbørfelt (1,0-3,6 km<sup>2</sup>) med normalavrenning på 97-104 l/s km<sup>2</sup>. Resultatet fra flomberegningen var et døgnmiddeltlig ved 1000-årsflom på 3000 l/s km<sup>2</sup>. Dette tilsvarer ca. 2400 l/s km<sup>2</sup> ved en 200-årsflom.

Det ble i flomberegningen for Kvandalsvatn Sør gjort en vurdering av hvordan Nasjonalt formelverk for flomberegning i små nedbørfelt (NIFS) fungerte i området. Man konkluderte med at NIFS ga gjennomgående for lave verdier, og at man burde ligge 10-20 % over NIFS-verdiene.

### 2.2.3 Nasjonalt formelverk for små nedbørfelt (NIFS)

Ved utløpet av Åheimselva er feltareal så stort at formelen så vidt er utenfor gyldighetsområde. Det er imidlertid gjort en kontroll av kva formelverket tilsier av flomverdier i utløpet av Gusdalsvatn, hvor feltarealet er innenfor gyldighetsområdet. Formelen gir et døgnmiddeltlig på ca. 1660 l/s km<sup>2</sup> ved 200-årsflom.

### 2.2.4 Endelig valg av flomverdi Åheimselva

Ved målestasjon 86.10 Åvatn er normalavrenningen (QN) og effektiv sjøprosent, som er to av de viktigste parameterne for flomvannføring, forholdsvis like som i feltet til Åheimselva. Nedbørfeltet til 86.10 Åvatn er imidlertid vesentlig større, slik at man burde forvente at den spesifikke flomverdien i Åheimselva er en del større enn i Åvatn.



Målestasjonen til 97.5 Sleddalen har også sammenlignbar normalavrenning og effektiv sjøprosent som Åheimselva. Med et feltareal som er vesentlig mindre enn Åheimselva bør man imidlertid forvente at den spesifikke flomverdien ved Åheimselva ligger en del lavere enn ved 97.5 Sleddalen.

Frekvensanalysen, som har et veldig stort sprik, gir dermed at spesifikk døgnmiddelverdi ved 200-årsflom i Åheimselva ligger et sted mellom ca. 1250 og 3000 l/s km<sup>2</sup>.

Nasjonalt formelverk tilsier ca. 1650 l/s km<sup>2</sup> i døgnmiddeltilslig ved 200-årsflom. Ut fra flomberegningen utført for Kvandalsvatn Sør er dette for lavt, og man burde forvente ca. 1900 l/s km<sup>2</sup> i døgnmiddeltilslig ved 200-årsflom.

De regionale flomformlene antyder en spesifikk døgnmiddelverdi ved 200-årsflom på mellom ca. 1500-1700 l/s km<sup>2</sup>.

Tabell 5 oppsummerer beregnede flomverdier. I og med at det er såpass stort sprik mellom de ulike metodikkene er det vanskelig å gjøre et valg av flomverdi. Norconsult mener at man bør ligge et sted mellom NIFS og verdien fra tidligere flomberegning. Verdien fra frekvensanalyse GUSDALSVATN virker for høy. Det er valgt en spesifikk flomverdi på 2500 l/s km<sup>2</sup> som døgnmiddel ved 200-årsflom. Norconsult mener at man da sannsynligvis er noe konservativ.

Tabell 6: Beregnede døgnmiddelverdier 200-årsflom med ulike metodikker

| Frekvensanalyse<br>(l/s km <sup>2</sup> ) | Tidligere<br>flomberegninger<br>(l/s km <sup>2</sup> ) | NIFS (l/s km <sup>2</sup> ) | Regionale<br>flomformler<br>(l/s km <sup>2</sup> ) |
|-------------------------------------------|--------------------------------------------------------|-----------------------------|----------------------------------------------------|
| 1250-3000                                 | <2800                                                  | 1900                        | 1500-1700                                          |

I en flomsituasjon vil alltid flommen ha en kulminasjon som er større enn døgnmiddelet. For å estimere kulminasjonen er kulminasjonsfaktoren beregnet ut fra NVEs formel for høstflommer [2]. Denne formelen gir et forhold på 1,47. Norconsult har benyttet en faktor på 1,5. Dette gir en dimensjonerende flom ( $Q_{200}$ ) lik 257 m<sup>3</sup>/s.

I følge Klimaprofil Møre og Romsdal [3] så anbefaler NVE klimapåslag på 20 % Spjelkavikvassdraget, Ørstavassdraget og Aurelva (Sykkylven), og det virker dermed naturlig å benytte tilsvarende klimapåslag for Åheimselva. En 200-årsflom med klimapåslag vil dermed ha en størrelse på ca. 308 m<sup>3</sup>/s.

### 3. Flomsonekartlegging

#### 3.1 Nedstrøms grensebetingelse i sjø

Ved flomsonekartlegginger i vassdrag med utløp i sjøen har NVE praktisert at stormflo med 1-års gjentaksintervall benyttes som nedre grensebetingelse. For beregning av fremtidig situasjon med klimapåslag, justeres nivået i sjøen ut fra hva som er forventet nivå for 1-års stormflo i år 2100.

Nivået for 1-års stormflo er hentet fra kartverket, og er kote 1,36 ved Åheim (høydegrunnlag NN2000).

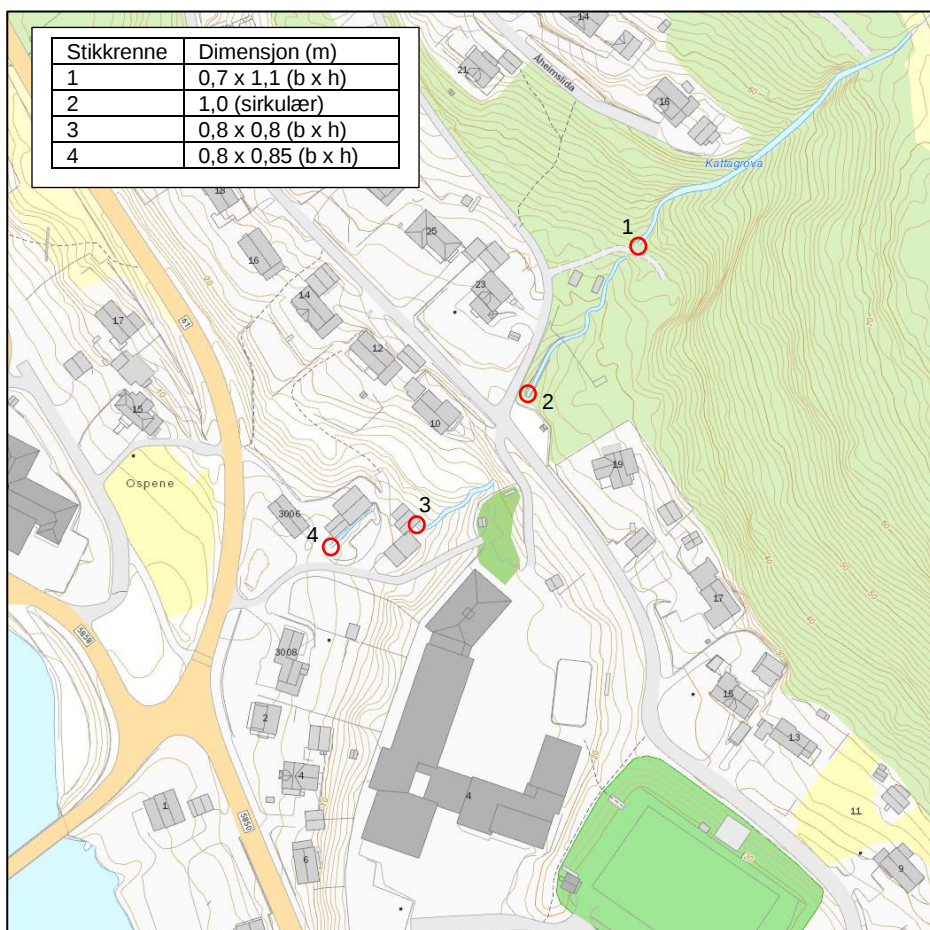
I år 2081-2100 er det estimert at havnivåstigningen ved Åheim er inntil 74 cm, antatt scenario høyt fremtidig utslipp av klimagasser. Stormflo med 1-års gjentaksintervall vil dermed ligge på kote 2,10.

Havnivåer fra kartverket finnes i vedlegg.

### 3.2 Kattagrova

Flomsonen ved en 200-årsflom, i dagens og fremtidig klima, er bestemt ved hjelp av en hydraulisk modell i programmet Hec-Ras. Det er gjort en 2D-modellering, noe som vil si at det benyttes en digital terreng modell, som det legges et mesh med beregningsceller over. For hver celle beregnes det vannstand, strømningshastighet og -retning. Det er benyttet et beregningsmesh med cellestørrelse på 0,3 x 0,3 m i bekkeløpet, og 2 x 2 m utenfor bekkeløpet. Beregningstidssteget er satt lik 0,1 sekunder. Dette gir courantnummer som i hovudsak holder seg under 1. I de bratteste partiene av bekkeløpet går courantnummeret opp mot 2,0. Det er anbefalt av utvikleren av Hec-Ras at courantnummeret bør være under 1,0, og i hvert fall under 3,0, for å oppnå stabile resultater.

Kattagrova går gjennom fire stikkrenner, og disse er lagt inn i terrengmodellen. Dimensjonen og nivå for innløpene er innmålt av Vanylven kommune. Beliggenhet for innløpene og dimensjon til de fire stikkrennene er angitt i Figur 5. Tre av de er eldre steinsatte kvadratiske stikkrenner, mens den siste er et betongrør med dimensjon 1,0 m.



Figur 5: Markering av innløp og dimensjon til de fire stikkrennene i Kattagrova

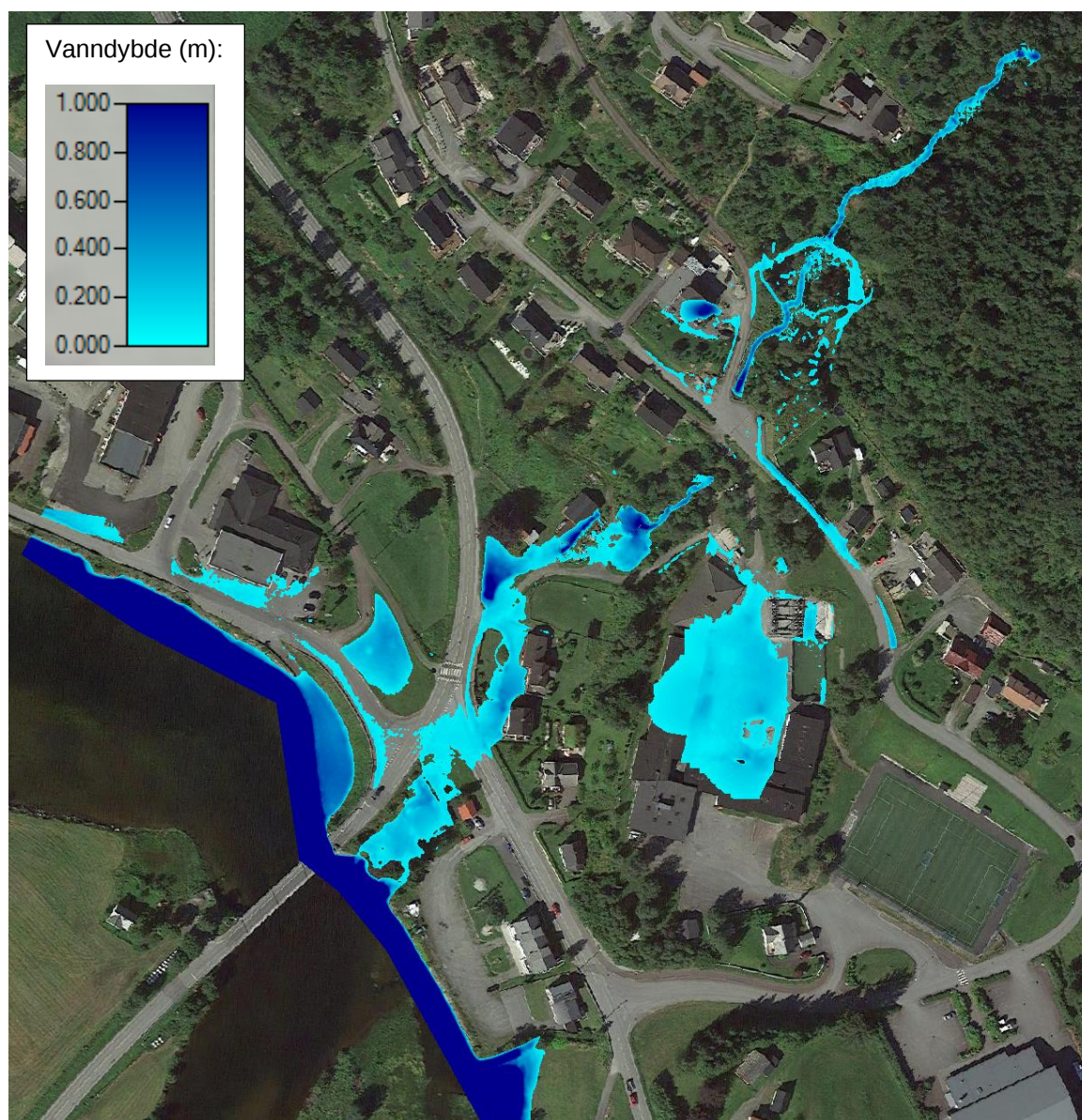
Friksjonstallet er satt lik ca. 17 for terrenget ( $n=0,06$ ), 25 ( $n=0,04$ ) for de steinsatte stikkrennene og 80 ( $n=0,012$ ) for betongrøret. Bygninger er ikke inkludert i terrengmodellen. For at vann ikke skal renne rett gjennom området der det står bygninger, så er manningstallet for bygninger satt lik 0,1 ( $n=10$ ). Dette gjør at



vann som kommer inn på områder med bygninger får tilnærmet null hastighet og bruker lang tid på å renne gjennom bygningene.

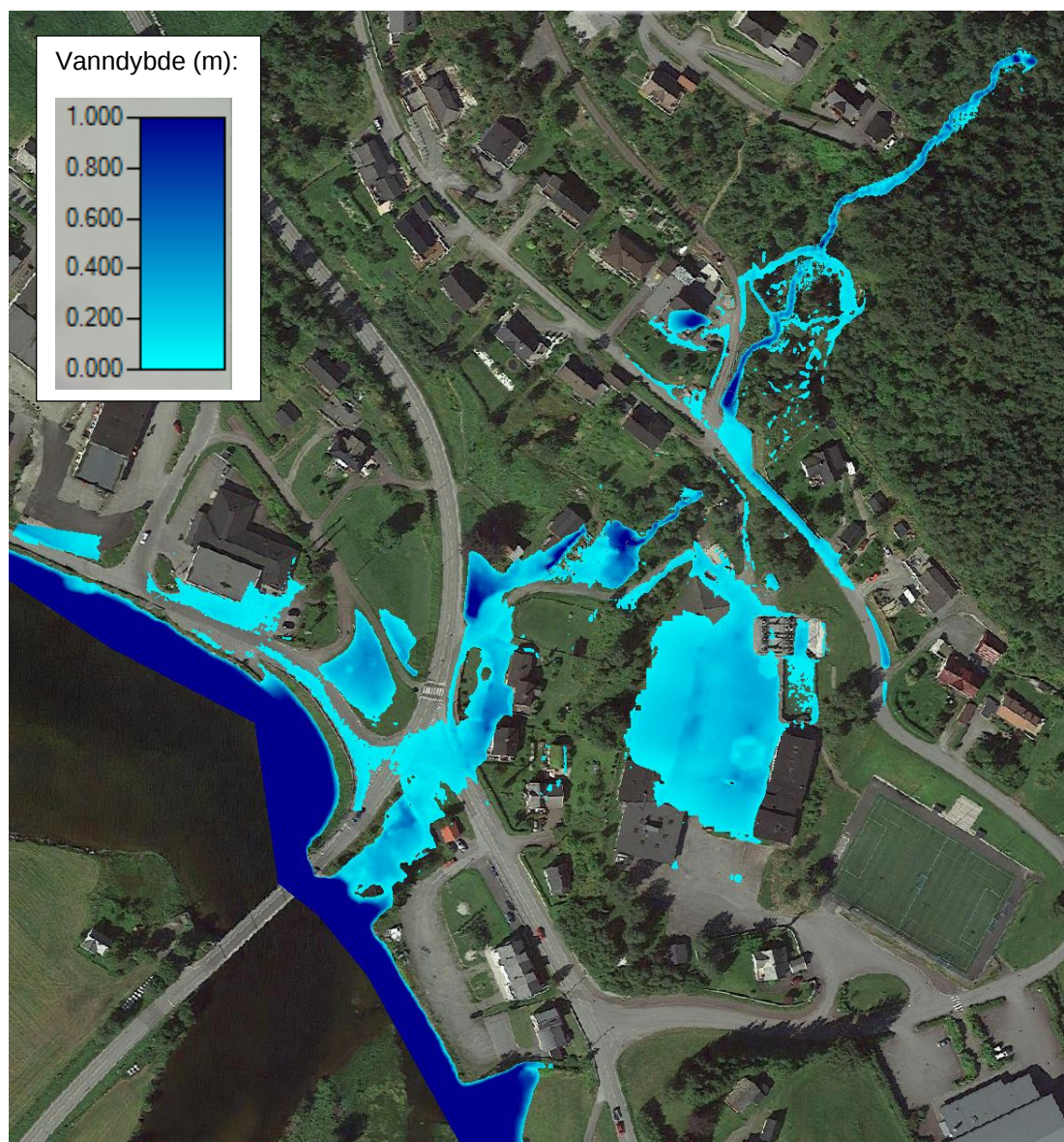
Ligningssettet som er benyttet for beregningene er full momentum, som er det mest nøyaktige.

Beregningene viser at dagens stikkrenner har for liten kapasitet, og at vannet vil gå ut av bekkeløpet ved de fire stikkrennene. Figur 6 og Figur 7 viser vanndybden til flomsonen ved hhv. 200-årsflom og 200-årsflom med klimapåslag i Kattagrova. Vanndybde under 5 cm er ikke plottet i de to flomsonene. Generelt er vanndybden utenfor bekkeløpet sjelden over 0,2 m. Flom i Kattagrova vil slik sett ikke utgjøre noen fare for liv og helse, men det kan medføre skade på bygninger.



Figur 6: Beregnet vanndybde ved 200-årsflom i Kattagrova





Figur 7: Beregnet vanndybde ved 200-årsflom med klimapåslag i Kattagrova

Flomsonekart for 200-årsflom med og uten klimapåslag i Kattagrova finnes i vedlegg.

### 3.3 Åheimselva

Flomsonen ved 200-årsflom i Åheimselva, i dagens og fremtidig klima, er bestemt ved hjelp av en hydraulisk 2D-modell i programmet Hec-Ras. Terrenget er basert på laserscan fra høydedata (NDH Vanylven-Volda 5pkt 2017). Terrenghøyden er justert ned noe i de dypere partiene av elva, på grunn av at laserscanningen ikke trenger ned under vann. Ved Åheim bru er terrenget justert ned til -1,1 m basert på brutegning. I den hydrauliske modellen er landkar og pilarer for Åheim bru inkludert i terrenget. Selve brudekket er utelatt, og så lenge nivået for 200-årsflom med klimapåslag ligger under underkant brudekke vil dette være en grei forutsetning. Basert på brutegning og laserdata for topp brudekke er det estimert at underkant bru ligger på ca. kote 2,45. Figur 8 viser et bilde av Åheim bru.



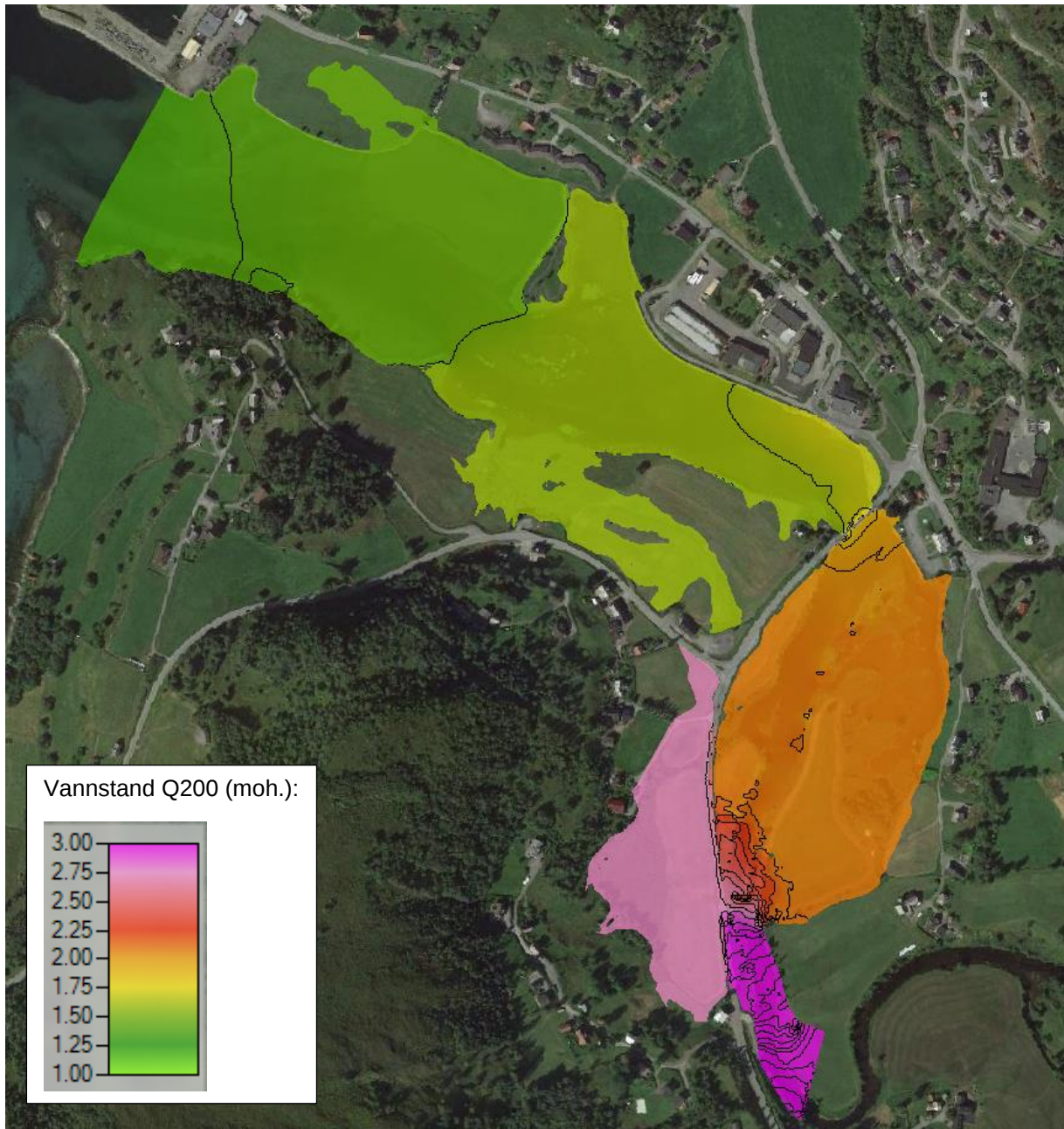


Figur 8: Åheim bru fra nedstrøms side (bilde hentet fra Statens vegvesen sin database Brutus)

Cellestørrelsen som er benyttet i modellen er 2 x 2 m. Beregningstidssteget er satt til 0,5 sekunder. Dette gir curantnummer under 1 for beregningen, noe som er anbefalt av utvikleren av Hec-Ras for å oppnå stabile resultater.

Ligningssettet som er benyttet for beregningene er full momentum, som er det mest nøyaktige.

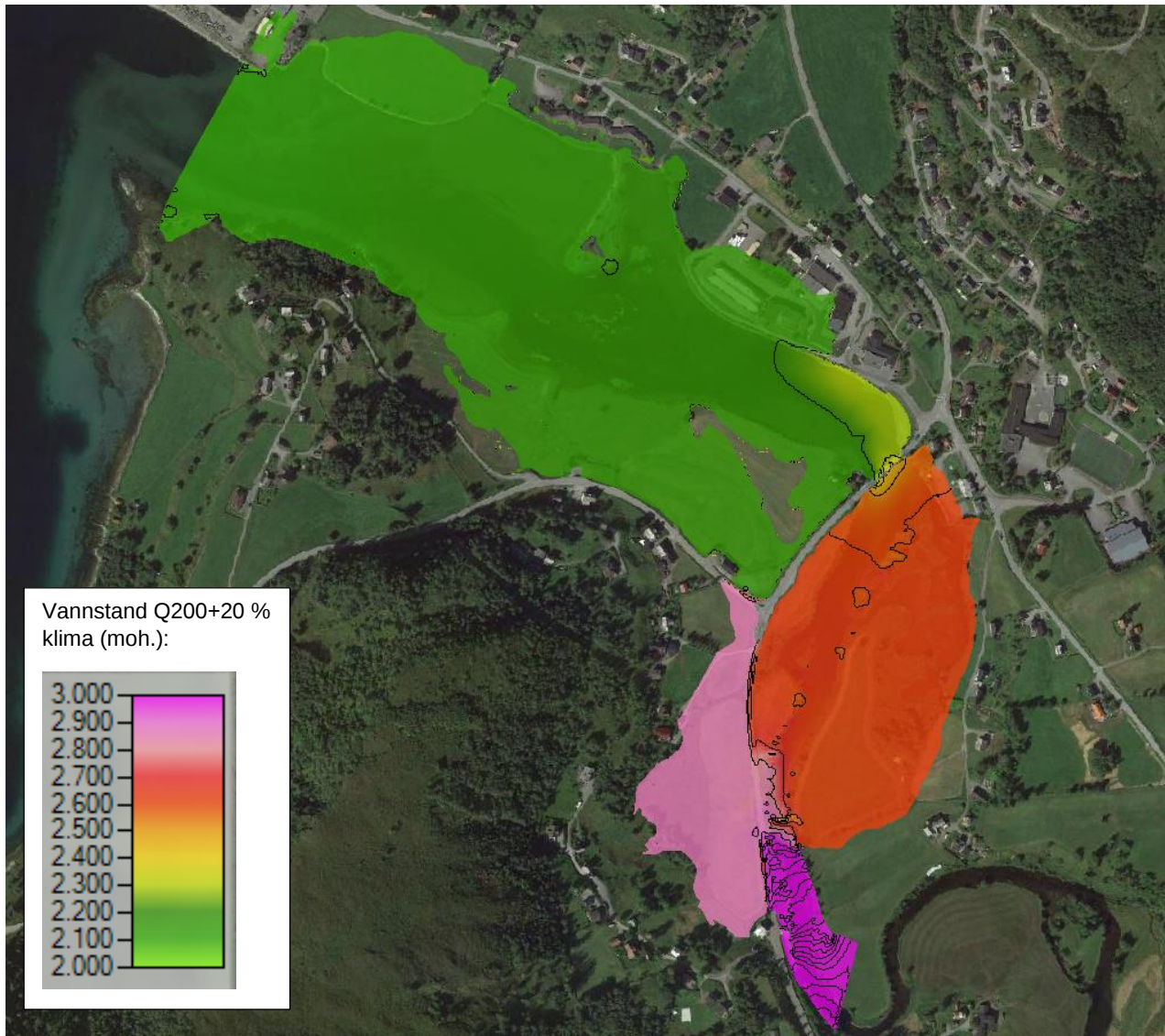
Resultat fra beregning av flomutbredelse ved 200-årsflom er vist i Figur 9. Beregningen viser at vannstanden ligger ca. kote 1,7 rett nedstrøms brua. På oppstrøms side av brua, hvor planområdet har avgrensning, ligger vannstanden på ca. kote 2,0.



Figur 9: Beregnet flomutbredelse ved 200-årsflom (ekvidistanse koter 0,1 m)

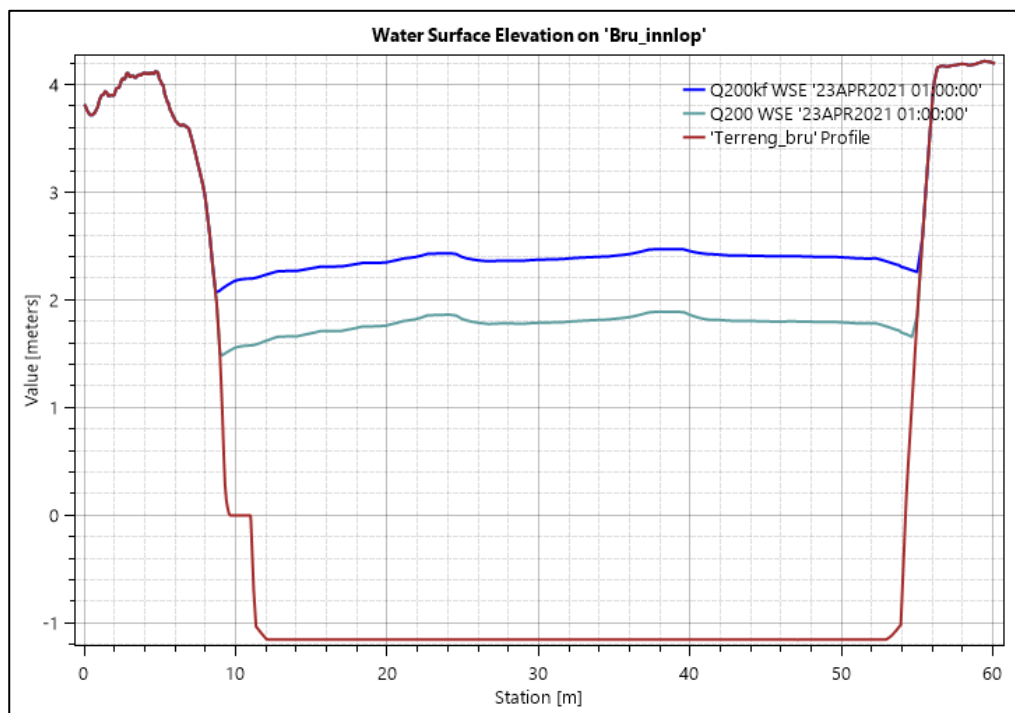


Resultatet fra beregningen for 200-årsflom med klimapåslag er vist i Figur 10. Beregningen viser at vannstanden ligger på ca. kote 2,3 rett nedstrøms brua. På oppstrøms side av brua, hvor planområdet har avgrensning, ligger vannstanden på ca. kote 2,6.



Figur 10: Beregnet flomutbredelse ved 200-årsflom med klimapåslag (ekvidistanse koter 0,1 m)

Figur 11 viser beregnet vannstand ved 200-årsflom og 200-årsflom med klimapåslag ved innløpet til Åheim bru. Beregningen viser at ved 200-årsflom med klimapåslag er marginen kun på et par centimeter opp til underkant brudekke.



Figur 11: Beregnet vannstand ved innløp til Åheim bru

I henhold til TEK 17 skal bygninger sikres mot både flom fra nærliggende vassdrag samt stormflo der dette er aktuelt. Når NVE utfører flomsonekartlegginger i utløpsområder i sjøen, oppgir derfor NVE den høyeste vannstanden av:

- 200-årsflom i vassdraget kombinert med 1-års stormflo i sjøen
- 200-års stormflo i sjøen

Ved Åheim er 200-års stormflo på kote 1,81 iht. kartverket. I planområdet er det dermed 200-års stormflo som er størst nedstrøms Åheim bru, mens på oppstrøms side er vannstanden ved 200-årsflom i elva størst.

En 200-års stormflo justert for klimaendringer vil ved Åheim ha nivå på kote 2,56 iht. kartverket. Det er lagt til grunn et scenario med høyt utslipp av klimagasser (RCP8.5), slik som NVE også forutsetter ved flomsonekartlegginger. Øverst i planområdet er kote 2,56 ved fremtidig stormflo et tilsvarende nivå som det man får ved en 200-årsflom med klimapåslag i elva.

Det anbefales av NVE at man tar hensyn til fremtidige klimaendringer. Bygninger må dermed legges høyere enn kote 2,56 i planområdet. Det bør i tillegg legges til et fribord. Størrelsen til fribordet er normalt mellom 0,3-0,5 m. Fribordet bør settes i samråd med NVE.

Flomsonekart for 200-årsflom med og uten klimapåslag i Åheimselva finnes i vedlegg.



#### 4. Vurdering av usikkerhet

Det er en usikkerhet i beregningen av flomstørrelsen. Ideelt sett burde man hatt en lengre måleserie av vannføring i Åheimselva. For Kattagrova finnes det ikke måleserier for tilsvarende vassdrag i området. Det er dermed en vesentlig usikkerhet i beregningen av flomvannføringen for de to vassdragene. Beregning av 200-årsflom med og uten klimapåslag, viser imidlertid at vannstanden i Åheimselva i planområdet i stor grad er styrt av nivået til sjøen. For Kattagrova viser beregningen av 200-årsflom med og uten klimapåslag forholdsvis liten forskjell i flomsone ved de to tilfellene. Med 40 % klimapåslag tyder dette på at flombredelsen er lite sensitiv for endringer i flomstørrelsen.

Det er noe usikkerhet i geometrien til bru Åheim, som kan ha betydning for beregnet vannstand oppstrøms bru Åheim. Dersom underkant brudekke for bru Åheim faktisk ligger på kote 2,4, og ikke kote 2,45 som estimert fra brutegning og laserdata, kan vannet akkurat ta opp i underkant brudekke ved en 200-årsflom med klimapåslag. Dette kan eventuelt medføre noe høyere vannstand rett oppstrøms brua enn det som er beregnet.

Det er usikkerhet angående hva som er faktisk bunnivå i Åheimselva. Det er gjort en justering av bunnivå, men det er sannsynlig at bunnen ligger dypere enn det som er lagt inn. Det er derfor sannsynlig at falltapet mellom utløpet i sjøen og oppstrøms grense for beregning er overestimert, og at vannstandene som er beregnet er konservative.

Beregningen av flom i Kattagrova er for det naturlige nedbørfeltet justert for mulige tette stikkrenner langs Fv. 61. Det er imidlertid et nabovassdrag til Kattagrova, en bekk tilhørende Stompegylelva, som ligger tett inntil Kattagrova. Dersom nabobekken i en flomsituasjon skulle gå ut av sitt løp, og finne veien til Kattagrova vil dette medføre en betydelig større flomvannføring enn det som er lagt til grunn i flomsonekartleggingen.

#### 5. Referanser

1. NVE (2015), Veileder for flomberegning i små uregulerte nedbørfelt
2. NVE (2011), Veileder for flomberegning
3. Norsk klimaservicesenter (2017), Klimaprofil Møre og Romsdal
4. Norconsult (2017), Flomberegning Åmela kraftverk, oppdragsnummer 5114095

## 6. Vedlegg

IVF-verdier for målestasjon Ålesund-Spielkavik

| IVF-verdier (l/(s*ha)) |                       |       |       |       |      |      |      |      |      |      |
|------------------------|-----------------------|-------|-------|-------|------|------|------|------|------|------|
|                        | Varigheter (minutter) |       |       |       |      |      |      |      |      |      |
| Gjentaksintervall (år) | 1                     | 2     | 3     | 5     | 10   | 15   | 20   | 30   | 45   | 60   |
| 2                      | 153,7                 | 123,0 | 105,4 | 86,4  | 59,7 | 48,8 | 42,9 | 34,1 | 27,2 | 24,0 |
| 5                      | 192,0                 | 141,9 | 123,3 | 100,6 | 68,3 | 55,8 | 50,2 | 41,1 | 32,5 | 28,1 |
| 10                     | 217,3                 | 154,4 | 135,2 | 110,0 | 74,0 | 60,5 | 55,0 | 45,7 | 36,0 | 30,8 |
| 20                     | 241,7                 | 166,4 | 146,7 | 119,1 | 79,4 | 64,9 | 59,7 | 50,1 | 39,4 | 33,4 |
| 25                     | 249,4                 | 170,2 | 150,3 | 122,0 | 81,2 | 66,4 | 61,1 | 51,5 | 40,5 | 34,2 |
| 50                     | 273,1                 | 181,9 | 161,5 | 130,8 | 86,5 | 70,7 | 65,6 | 55,9 | 43,8 | 36,8 |
| 100                    | 296,7                 | 193,5 | 172,5 | 139,6 | 91,8 | 75,0 | 70,1 | 60,2 | 47,1 | 39,3 |
| 200                    | 323,9                 | 199,8 | 178,0 | 144,8 | 95,9 | 78,4 | 73,8 | 64,0 | 50,0 | 41,6 |



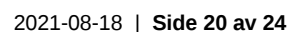
Havnivåer ved Åheim hentet fra kartverket:



Forventede endringer av havnivå ved Åheim, justert for landheving:

| Utslippsscenarioer        | 2041 — 2060       | 2081 — 2100        | Årstall 2100       |
|---------------------------|-------------------|--------------------|--------------------|
| Redusert utslipp (RCP4.5) | 17 cm (4 — 29 cm) | 31 cm (7 — 55 cm)  | 33 cm (7 — 59 cm)  |
| Høyt utslipp (RCP8.5)     | 21 cm (6 — 35 cm) | 47 cm (19 — 74 cm) | 52 cm (21 — 84 cm) |
| Lavt utslipp (RCP2.6)     | 17 cm (3 — 30 cm) | 24 cm (1 — 47 cm)  | 26 cm (-0 — 51 cm) |

I tabellen får du gjennomsnittstallene for periodene 2041–2060 og 2081–2100, samt tallene for år 2100.

Oppdragsnr.: **52102581** Dokumentnr.: **NO-HYD-01**

## Flomsonekart

